Aus dem Hygienischen Institut der Universität Tübingen
Vorstand: Prof. Dr. Kurt Wolf

Bestimmung der Ventilationsgröße in bewohnten Räumen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen
vorgelegt

von

Susanna von Hinüber
aus Zwickau i. S.

Druck der Buchdruckerei Eugen Göbel in Tübingen
Verlag Franz Pietzcker, Tübingen.
1933

Zum Druck genehmigt von der Medizinischen Fakultät Tübingen

Dekan: Prof. Dr. Wolf

Berichterstatter: Prof. Dr. Wolf

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Während Tiere und Pflanzen an ganz bestimmte Klimata gebunden sind, wird einzig allein der Mensch überall auf der Erde angetroffen. Er vermag das Polarklima ebenso zu ertragen, wie das aequatoriale, wir finden menschliche Ansiedlungen an der Meeresküste und bis hinauf in Höhen von 4000 Metern.

Trotzdem dem Menschen von Natur aus weit weniger Schutzmittel zuteil geworden sind, als vielen Tieren und Pflanzen, ist er imstande, die tropische Hitze mit der intensiven Sonnenbestrahlung in gleicher Weise auszuhalten, wie die nordische Kälte mit der wochenlang andauernden Polarnacht.

Der Mensch vermag dies nur deshalb, weil er es verstanden hat, sich Kleidung zu verschaffen und Wohnungen zu bauen. Er hat es gelernt, sich diese beiden hauptsächlichsten Waffen im Kampf ums Dasein zu bereiten.

Haus und Kleidung dienen in hygienischer Beziehung demselben Zweck. Sie sollen den Menschen gegen Wind und Wetter schützen, indem sie in gleicher Weise zu starke Wärmeentziehung, wie zu große Wärmezufuhr verhindern. Haus und Kleidung stehen einander sehr nahe. Das eine kann als das starre, das andere als das unstarre System, das sich den Körperformen und Körperbewegungen anpaßt, bezeichnet werden. Nie darf das Haus eine Vorrichtung sein, uns von der äußeren Luft abzuschließen, so wenig wie die Kleidung.

Infolgedessen sind die Mauern des Hauses in bezug auf ihr Verhalten zu Luft, Wasser und Wärme aus denselben Stoffen hergestellt, wie unsere Kleidung. Wie die Kleidung, so muß auch die Wand des Hauses für Luft durchgängig sein, wenn wir gesund wohnen und uns in der Wohnung behaglich fühlen wollen.

Daß beständig Luft durch die Mauern hinaus- und von außen in die Wohnung hineingeht, wird zwar vom Menschen nicht empfunden, weil Geschwindigkeiten der Luftbewegung, die unter ½ Meter in der Sekunde liegen, von uns nicht wahr genommen werden können. Es ist aber unschwer, nachzuweisen, daß die Mauern des Hauses sowohl, wie die Kleidung aus einem Stützwerk bestehen, das Luft in mehr oder weniger feinen Poren einschließt.

Ein Ziegelstein wird im Trockenschrank getrocknet und gewogen, sodann in Wasser eingetaucht, und dieses gekocht, bis alle Luft aus

dem Stein verdrängt ist. Nach dem Erkalten wird der Stein wieder gewogen. Die Gewichtszunahme ergibt die Menge des aufgenommenen Wassers, die gleich gesetzt wird der Menge der lufthaltigen Hohlräume des Steines. Diese werden das Porenvolumen des Steines genannt. Es läßt sich so feststellen, daß ein Ziegelstein etwa 30—35 % Hohlräume enthält, die den Luftaustausch des Hauses innen und außen ermöglichen. Das Porenvolumen von Sandsteinen beträgt etwa 21 %, das von Schlacksteinen aber bis zu 69 %.

Oder es werden aus verschiedenen Gesteinsarten Zylinder von gleicher Größe angefertigt. Ihre Mantelflächen werden mit Wachs oder Paraffin luftdicht überzogen und hierauf festgestellt, wie viele Luft unter gleichem Druck in gleicher Zeit durch die Zylinder hindurchgeht. Auf diese Weise konnte bestimmt werden, daß durch Luftmörtel etwa die dreifache Menge Luft hindurchgeht, als durch Ziegelsteine, und die sechsfache Menge gegenüber Sandstein.

Das Porenvolumen ist es, das den Luftwechsel zwischen Innen- und Außenluft möglich macht. Pettenkofer hat festgestellt, daß in einer Stube, in der die Luft dreimal in der Stunde auf diese Weise erneuert wird, dies von den Personen, die sich darin aufhalten, nicht wahrzunehmen ist. Er hat dies an folgendem Beispiel gezeigt. Eine Stube von 60 m^3 Inhalt, die 4 m lang ist, wird in einer Richtung von Luft durchzogen. Wird die Luft dreimal in der Stunde erneuert, dann legt sie in dieser Zeit einen Weg von 12 m zurück, das ist in 1 Minute 0,2 m, in 1 Sekunde 0,003. Windstille, wie oben gesagt, 0,5 m in der Sekunde, ist etwa 200mal so viel. —

Dieser Luftaustausch wird „natürliche Ventilation" genannt, im Gegensatz zu der „künstlichen Ventilation", die durch besondere Maßnahmen (Fensteröffnen) oder Vorrichtungen (Ventilatoren) bewirkt wird. Der Ausdruck „Ventilation" stammt von Pettenkofer. Er hat mit Absicht diesen nichtdeutschen Ausdruck gewählt, weil er von „ventus der Wind" herkommt. Dann ist bei der Ventilationslehre von vornherein gekennzeichnet, daß wir es mit bewegter Luft zu tun haben, während das Wort „Lüftung" dies nicht aussagt, da es mit Luft zusammenhängt und nicht andeutet, ob sie bewegt oder unbewegt ist.

Für die meisten Tage im Jahr genügt die natürliche Ventilation, um in der Familienwohnung die Luft gesund und genügend rein zu erhalten. Es ist nicht nötig, hier für künstliche Ventilation zu sorgen. Nur an einigen Tagen im Jahr, namentlich im Frühjahr und Herbst, wenn Innen- und Außenluft gleich warm und gleich zusammengesetzt sind und kein Wind weht, ist die natürliche Ventilation ganz gering.

Hieraus ergibt sich, daß der Luftwechsel zwischen Innen- und Außenluft hervorgerufen wird auf dreierlei Weise:

1. durch Temperaturdifferenz,
2. durch Winddruck auf die Wand des Hauses,
3. durch Diffusion.

Die Diffusion wirkt nur dann, wenn Innen- und Außenluft verschieden zusammengesetzt ist. Das ist meist nicht der Fall. Aber unter Umständen, wenn viel Menschen in einem Raum sich befinden und auch noch durch Gasbeleuchtung die Luft mit Kohlensäure angereichert ist, kann die Diffusion wohl in Betracht kommen.

Von weit größerem Einfluß ist der Winddruck. Welchen Einfluß der Wind auf die Innenluft haben kann, geht aus folgender Aufstellung hervor:

	Geschwindigkeit i. d. Sekunde	Druck auf m² Wasser
Windstille	0,5 m	0,3 kg
mäßiger Wind	8,0 „	7,8 „
ziemlich starker Wind	15,0 „	27,4 „
starker Wind	25,0 „	76,0 „
Orkan	40,0 „	195,0 „

Es ist leicht, sich vorzustellen, daß selbst schon mäßiger Wind, der senkrecht auf eine Hauswand auftrifft, viel Luft durch die poröse Steinwand in die Zimmer hineinpressen kann. Noch viel mehr werden das selbstverständlich erheblich stärkere Winde tun.

Streicht der Wind parallel der Hauswand vorbei, so wird er ebenfalls die Ventilation unterstützen, aber nicht sowohl dadurch, daß er Luft in das Zimmer hineinpreßt, als vielmehr, weil er die Luft heraussaugt, genau so wie bei Inhalationsapparaten dadurch, daß Luft über eine zugespitzte Glasröhre, die in einer Flüssigkeit steht, geblasen wird, zunächst die Luft aus der Glasröhre und sodann die Flüssigkeit selbst herausgesaugt wird.

Stärkere Winde, die senkrecht auf eine Hauswand aufstoßen, können sich im Winter, wenn das Haus mit Luftheizung versehen ist, sehr unangenehm bemerkbar machen. Der Druck, der auf der Außenwand und damit auch auf dem Innenluftraum lastet, verhindert, daß aus den Zuluftkanälen warme Luft herausströmt. Die Zimmer bleiben kalt.

Den größten Einfluß auf die Ventilation übt die Temperaturdifferenz aus. Innen- und Außenluft ist ja meist verschieden warm. Im Sommer ist die Außenluft wärmer; im Winter im geheizten Zimmer die Innenluft. Im Winter, da die Fenster geschlossen sind, ist die natürliche Ventilation von größerer Bedeutung als im Sommer.

Befindet sich in der Atmosphäre eine Luftsäule von höherer Temperatur, dann wird diese Säule in die Höhe gedrückt, weil sie von geringerem spezifischen Gewicht ist, genau so, wie ein Stück Holz,

das in Wasser untergetaucht wird, immer wieder an die Oberfläche steigt. Ist die warme Luft, wie wir das im Haus sehen, in einen feststehenden Würfel eingeschlossen, so wird die umgebende kältere und deshalb schwerere Luft einen Druck auf die Innenluft ausüben, und zwar vom unteren Teil aus, weil die Innenluft nach oben steigt und dort das Übergewicht über die Außenluft bekommt. Sind die Wände für Luft durchgängig, und überall aus demselben Baustoff hergestellt, dann strömt in der oberen Hälfte des Würfels, oder des Zimmers, die warme Luft hinaus, in der unteren Hälfte strömt die kältere Luft hinein. In der Mitte, dort, wo die Strömungsrichtung wechselt, befindet sich die Luft in Ruhe. Es ist das die „neutrale Zone". Diese verschiebt sich, wenn Teile der Wand, des Fußbodens, oder der Decke für Luft weniger durchlässig sind, wie andere, z. B. durch Ölfarbenanstrich. —

Mit der Ventilation hängt die Frage zusammen, die oft an den Arzt gestellt wird, ob es gesund ist, im kalten oder im leicht angeheizten Zimmer zu schlafen. Bei der Beantwortung dieser Frage ist zunächst zu berücksichtigen, daß der liegende Körper mehr Wärme an die kalte Umgebung abgibt, als der sitzende, oder stehende. Der stehende Mensch verhält sich genau so, wie ein erwärmter Ofen. An ihm ist ein aufwärts gerichteter warmer Luftstrom nachzuweisen. Dadurch gibt der Oberkörper, der die warme Luft von unter her bekommt, weniger Wärme ab, als im Liegen, wobei die Wärme vom Körper in seiner ganzen Länge abstrahlt. Es ist deshalb ein altes Gebot, daß Bergsteiger oder Schifahrer, die sich verirrt haben und im Freien zu übernachten gezwungen sind, sich nicht legen dürfen, sondern stehend, oder in Hockstellung die Nacht verbringen müssen. Liegend im Bett muß deshalb der Körper gut bedeckt werden. Je kälter der Schlafraum ist, umso stärker muß die Bedeckung sein. Dadurch wird aber die notwendige Ausdünstung des Körpers eingeschränkt. Weiter aber ist im kalten Schlafzimmer die natürliche Ventilation stark gehemmt, denn ist Innen- und Außenluft gleich oder nahezu gleich warm, dann fehlt der Außenluft der Antrieb, in das Zimmer einzudringen, wie der der Innenluft, nach außen zu entweichen. Es läßt sich dies leicht durch einen Versuch feststellen. Wer am Morgen, nachdem er im kalten Zimmer geschlafen hat, sich kurze Zeit in die Außenluft begibt, und danach wieder in das Zimmer zurückkehrt, wird die Luft hier für viel schlechter halten, als wenn er genau so verfährt, nachdem er im leicht angeheizten Zimmer geschlafen hat. Dann ist die Luft durch natürliche Ventilation erheblich verbessert worden. Möglich, daß dadurch der Spruch: Der Schlaf vor Mitternacht ist der beste, erklärt werden kann, daß die Luft im kalten

Schlafzimmer mit dem Abklingen der Nacht immer schlechter wird und der Schlaf dann weniger erquickt.

Auch Pettenkofer hat als Indikator zur Untersuchung der Beschaffenheit der Luft in Schulen, Auditorien und Versammlungssälen die Nase benutzt. Er ließ eine Anzahl von Personen aus frischer Luft in solche mit Menschen besetzte Räume eintreten und ließ sich von ihnen angeben, ob sie die Luft dort als gut oder schlecht empfänden. Er untersuchte gleichzeitig die Luft auf den Kohlensäuregehalt. Ziemlich genau stimmten die Angaben der Personen dahin überein, daß sie die Luft in den Räumen als übelriechend und schlecht bezeichneten, wenn die Kohlensäure über 1 ‰ angestiegen war. Seitdem wird diese Zahl, 1 Liter Kohlensäure in 1 m³ Luft, als Grenzzahl angesehen. Sie darf in Schulen, Auditorien usw. nicht überschritten werden. Kann die natürliche Ventilation diese Forderung nicht erfüllen, dann müssen künstliche Einrichtungen für die Lufterneuerung geschaffen werden.

Diese Grenzzahl von 1 ‰ führt zu der Bestimmung des kleinsten Luftraums, der für einen Menschen zum Wohlbefinden notwendig ist. Es wäre denkbar, daß der kleinste Raum genügen würde. In Eisenbahnabteilen z. B. kommen oft nur 0,5 bis 1,0 m³ auf den Kopf der Insassen, ohne daß sie geschädigt werden. Hier wirken verschiedene Einrichtungen und Umstände für ausgiebige Lufterneuerung. Anders ist es in Schlafzimmern, wo viele Stunden hintereinander die gleiche Anzahl von Menschen die Luft verbraucht. Wenn hier der kleinste notwendige Luftraum festgesetzt werden soll, so geschieht das mit Hilfe einer Gleichung, in die wir als bekannte Größen folgende einsetzen:

Die Luft im Freien hat auf dem Feld und im Wald etwa 0,3 ‰ Kohlensäure. Auch in den Städten, wenn selbst noch so viel Schornsteine rauchen, steigt der Gehalt auf höchstens 0,5 ‰ an. Wir setzen demnach als Kohlensäuregehalt der in das Schlafzimmer einströmenden Frischluft = 0,5 ‰ oder ½ Liter auf 1 m³. Es dürfen nur noch ½ Liter Kohlensäure von 1 m³ Luft aus der Ausatmungsluft des Schlafenden aufgenommen werden, damit die Grenzzahl nicht überschritten wird. Als letzte Größe müssen wir noch wissen, daß ein Erwachsener in der Stunde 22,5 Liter Kohlensäure ausatmet. Sollen diese 22,5 Liter in der Luft des Schlafraumes so verteilt werden, daß nicht mehr als 0,5 Liter auf 1 m³ kommen, so ergibt die Gleichung

$$0{,}5 : 1 = 22{,}5 : X$$

$$X = \frac{22{,}5}{0{,}5} = 45$$

Der Raum müßte so groß sein, daß auf den Kopf 45 m^3 kämen, Deshalb wird damit gerechnet, daß die Luft des Raumes stündlich dreimal durch die natürliche Ventilation erneuert wird. Die Zahl verringert sich dadurch auf 15. In den polizeilichen Wohnungsordnungen der meisten Städte wird aber als Mindestluftraum für Schlafzimmer nur 10 m^3 auf den Kopf gefordert, weil die Erwägung sagt, daß nicht nur Erwachsene, sondern auch Kinder, die weniger Kohlensäure in der Stunde ausatmen, sich im Schlafzimmer befinden. Die Angabe von Pettenkofer von dem dreimaligen Luftwechsel in der Stunde gibt demnach in der polizeilichen Wohnungsordnung vieler Städte den Ausschlag. In gewissen Räumen werden größere Luftmengen für den einzelnen gefordert, in anderen muß er sich mit geringeren begnügen. In Krankenhäusern und Frauenkliniken z. B. soll der Luftraum 60—100 m^3 auf den Kopf betragen, in Schulen 3 m^3 für die jüngeren, bis zu 5 m^3 für die älteren Jahrgänge. Dieses niedrige Raummaß ist deshalb gerechtfertigt, weil die Schüler nur kurze Zeit in dem Schulraum sich aufhalten, weil Ventilationseinrichtungen eingebaut sind, und weil die Möglichkeit besteht, nach jeder Stunde das Klassenzimmer ergiebig durch Fensteröffnen usw. zu ventilieren.

Durch die natürliche Ventilation werden nicht nur Gase entfernt, indem frische Luft von außen ein- und verbrauchte Luft aus dem Zimmer austritt. Ihre Notwendigkeit tritt besonders hervor bei Betrachtung des in der Luft gelösten Wasserdampfes. Die Ausatmungsluft von Mensch und Tier ist damit gesättigt, und es wird auch sonst davon viel in die Wohnungsluft übergeführt. Das geschieht vor allem in der Küche, namentlich bei Verwendung von Gasherden: denn 1 m^3 Leuchtgas gibt beim Verbrennen etwa 950 ccm Wasser.

Im Gasherd verbrennt Leuchtgas im Bunsenbrenner, d. h. mit Luft so vermischt, daß nicht, wie bei der leuchtenden Flamme des Gasheiz- und Gasbadeofens, sich noch verbrennbares und giftiges Kohlenoxyd in dem Abgas befindet. Deshalb müssen Gasöfen an einem Kamin angeschlossen sein, während beim Gasherd das Abgas in die Luft der Küche abströmt.

Sind die Wände der Wohnung für Luft undurchlässig, wie dies nicht selten bei Kellerwohnungen der Fall ist, deren Außenwände vielfach aus Zementbeton hergestelt werden, so schlägt die Feuchtigkeit sich auf den Wänden nieder, besonders im Winter, wenn die Fenster geschlossen und die Mauern kalt sind. Fehlt die natürliche Ventilation, dann kann auf diese Weise die gesamte Wohnung feucht werden.

Alle diese Ausführungen sind für das Verständnis der Versuche, die ich angestellt habe, nötig. Mir war die Aufgabe gestellt worden,

auf welche Weise in längeren Zeiträumen ein Zimmer ventiliert wird. Im allgemeinen wird in den Lehrbüchern der Hygiene angegeben, daß in einem Zimmer die Luft 2—3mal in der Stunde erneuert wird, daß also eine zwei- bis dreimalige natürlche Ventilation vorhanden ist. Es ist selbstverständlich, daß durch die Einflüsse, die erwähnt wurden, Wind, Temperatur usw., die natürliche Ventilation erheblich verändert werden kann. Es sollte aber nachgewiesen werden, wie sich die Ventilation bei gleichbleibenden Verhältnissen der Innen- und Außenluft verhält, ob innen dieselbe Menge Luft aus- und eingeht, oder ob auch dann sich Verschiedenheiten bemerkbar machen.

Die Versuche wurden ausgeführt nach der Methode von Pettenkofer. Es wurden in den Versuchsräumen brennende Stearinkerzen in verschiedener Höhe aufgestellt, diese nach 1 Stunde gelöscht. Die Luft wurde sodann mit Fächern gleichmäßig gemischt und auf den Gehalt an Kohlensäure untersucht, indem sie in geeichte Flaschen gebracht wurde, die 100 ccm Barytwasser enthielten. Durch Schütteln der Luft mit dem Barytwasser wurde die Kohlensäure der Luft an das Barytwasser gebunden. Nach Ausfällung des kohlensauren Baryts wurde das noch ungebundene Barythydrat durch Titration mit Oxalsäurelösung bestimmt. Aus der Menge des verbrauchten Barythydrats wurde der Kohlensäuregehalt des Zimmers berechnet, nachdem das entnommene Luftvolumen auf 0 Grad Celsius und 760 mm Druck reduziert worden war.

Die eingeströmte Luftmenge wurde dann nach einer, wie Pettenkofer angibt, von Seidel berechneten Formel wie folgt bestimmt:

$$X = 2{,}303\ m^3 \log \frac{p_1 - a}{p_2 - a}$$

Es ist dabei X = die eingeströmte Luftmenge m^3 der Inhalt des Raumes in m^3

p_1 = der Kohlensäuregehalt am Anfang des Versuchs
p_2 = „ „ „ Ende „ „
a = „ „ der zuströmenden Luft.

Es sind viertelstündlich Luftproben zur Untersuchung auf den Kohlensäuregehalt entnommen.

Die Versuche lieferten folgendes Ergebnis:

Versuchstag am 26. Juni 1931:

Es herrschte an diesem Tage trübes Wetter und Ostwind von wechselnder Stärke. Gegen 15 Uhr Aufhellung und Sonne. Der Raum hatte 2 Fenster und war 127 m^3 groß.

Die eingeströmte Luftmenge betrug von

8.00— 9.00 h:	22,40 m³	Temp.	innen: 22 ° C	8.00 h:	CO_2	Gehalt	1,525	‰
		„	außen: 15,5 ° C	9.00 „	„	„	1,335	„
9.00—11.00 „	128,42 „	„	innen: 22 ° C					
		„	außen: 15,5 ° C	11.00 „	„	„	0,705	„
11.00—12.00 „	7,86 „	„	innen: 22 ° C					
		„	außen: 18 ° C	12.00 „	„	„	0,690	„
13.00—14.00 h:	54,29 m³	Temp.	innen: 23 ° C	13.00 h:	CO_2	Gehalt	1,614	‰
		„	außen: 19 ° C	14.00 „	„	„	1,175	„
14.00—15.00 „	80,72 „	„	innen: 22 ° C					
		„	außen: 20 ° C	15.00 „	„	„	0,787	„
15.00—17.00 „	6,20 „	„	innen: 22 ° C					
		„	außen: 20,5 ° C	17.00 „	„	„	0,776	„

Versuchstag am 27. Juli 1932.

Der Raum hatte 39,9 m³, und 2 Fenster.

Die eingeströmte Luftmenge betrug von

8.00— 8.15 h:	4,46 m³	Temp.	innen: 24,6 ° C	8.00 h:	CO_2	Gehalt	3,802	‰
		„	außen: 16,0 ° C	8.15 „	„	„	3,444	„
8.15— 8.30 „	4,05 „	„	innen: 24,2 ° C					
		„	außen: 16,0 ° C	8.30 „	„	„	3,145	„
8.30— 8.45 „	3,90 „	„	innen: 24,0 ° C					
		„	außen: 16,0 ° C	8.45 „	„	„	3,079	„
8.45— 9.00 „	3,22 „	„	innen: 23,9 ° C					
		„	außen: 16,5 ° C	9.00 „	„	„	3,004	„
11.00—11.15 „	4,99 „	„	innen: 25,8 ° C	11.00 „	„	„	4,335	„
		„	außen: 17,5 ° C	11.15 „	„	„	4,158	„
11.15—11.30 „	4,58 „	„	innen: 25,2 ° C					
		„	außen: 17,5 ° C	11.20 „	„	„	3,815	„
11.30—11.45 „	3,25 „	„	innen: 25,0 ° C					
		„	außen: 18,5 ° C	11.45 „	„	„	3,544	„
11.45—12.00 „	3.30 „	„	innen: 24,9 ° C					
		„	außen: 19,5 ° C					

Regen!

15.00—15.15 „	1,69 „	„	innen: 25,9 ° C	15.00 „	„	„	3,693	„
		„	außen: 21,0 ° C	15.15 „	„	„	3,554	„
15.15—15.30 „	1,90 „	„	innen: 25,5 ° C					
		„	außen: 20,0 ° C	15.30 „	„	„	3,398	„

15.30—15.45 h:	5,45 m³	Temp.	innen: 25,1 ° C	15.45 h:	CO_2 Gehalt		3,009	‰
		„	außen: 19,5 ° C					
15.45—16.00 „	4,27 „	„	innen: 25,6 ° C	16.00 „	„	„	2,742	„
		„	außen: 19,5 ° C					
18.00—18.15 „	6,43 „	„	innen: 26,1 ° C	18.00 „	„	„	3,755	„
		„	außen: 19,8 ° C	18.15 „	„	„	3,678	„
18.15—18.30 „	3,36 „	„	innen: 25,8 ° C					
		„	außen: 19,5 ° C	18.30 „	„	„	3,563	„
18.30—18.45 „	10,36 „	„	innen: 25,6 ° C					
		„	außen: 19,0 ° C	18.45 „	„	„	2,707	„
18.45—19.00 „	9,03 „	„	innen: 24,9 ° C					
		„	außen: 18,9 ° C	19.00 „	„	„	2,215	„

Versuchstag am 5. Oktober 1931.

Der Versuchsraum von 39,9 m³ und 2 Fenstern war geheizt.

9.00— 9.15 h:	9,82 m³	Temp.	innen: 23 ° C	9.00 h:	CO_2 Gehalt		3,65	‰
		„	außen: 11 ° C	9.15 „	„	„	2,93	„
9.15— 9.30 „	10,16 „	„	innen: 22 ° C					
		„	außen: 11 ° C	9.30 „	„	„	2,35	„
9.30— 9.45 „	4,20 „	„	innen: 22 ° C	9.45 „	„	„	2,15	„
		„	außen: 12 ° C					
9.45—10.00 „	10,60 „	„	innen: 22 ° C					
		„	außen: 12 ° C	10.00 „	„	„	1,73	„
10.00—10.30 „	12,11 „	„	innen: 22 ° C					
		„	außen: 12 ° C	10.30 „	„	„	1,37	„
10.30—11.00 „	15,02 „	„	innen: 21 ° C					
		„	außen: 12 ° C	11.00 „	„	„	1,05	„
12.15—12.30 „	8,04 „	„	innen: 23 ° C	12.15 „	„	„	3,13	„
		„	außen: 14 ° C	12.30 „	„	„	2,86	„
12.30—12.45 „	6,59 „	„	innen: 22 ° C					
		„	außen: 14 ° C	12.45 „	„	„	2,86	„
12.45—13.00 „	6,02 „	„	innen: 21 ° C					
		„	außen: 14 ° C	13.00 „	„	„	2,47	„
13.00—13.15 „	5,32 „	„	innen: 21 ° C					
		„	außen: 15 ° C	13.15 „	„	„	2,29	„
13.15—13.30 „	12,59 „	„	innen: 21 ° C					
		„	außen: 15 ° C	13.45 „	„	„	1,901	„
13.45—14.15 „	7,28 „	„	innen: 21 ° C					
		„	außen: 15 ° C	14.15 „	„	„	1,63	„

15.30—15.45 h:	7,71 m³	Temp. innen:	23 ° C	15.30 h:	CO_2 Gehalt	4,654	‰
		„ außen:	24 ° C	15.45 „	„ „	3,898	„
15.45—16.00 „	4,34 „	„ innen:	22 ° C				
		„ außen:	15 ° C	16.00 „	„ „	3,533	„
16.00—16.15 „	5,81 „	„ innen:	22 ° C				
		„ außen:	15 ° C	16.15 „	„ „	3,102	„
16.15—16.30 „	2,04 „	„ innen:	21 ° C				
		„ außen:	15 ° C	16.30 „	„ „	3,031	„
16.30—17.00 „	9,52 „	„ innen:	21 ° C				
		„ außen:	14 ° C	17.00 „	„ „	2,462	„
17.00—17.30 „	5,89 „	„ innen:	21 ° C				
		„ außen:	14 ° C	17.30 „	„ „	2,174	„

Versuchstag am 11. Januar 1932.

Der Raum von 39,9 m³ war geheizt. Es waren Vorfenster vorhanden.
Es herrschte morgens leichter Nebel.
Die Ventilation betrug von

9.00— 9.15 h:	4,43 m³	Temp. innen:	18,0 ° C	9.00 h:	CO_2 Gehalt	3,883	‰
		„ außen:	1,5 ° C	9.15 „	„ „	3,471	„
9.15— 9.30 „	4,52 „	„ innen:	18,0 ° C				
		„ außen:	1,5 ° C	9.30 „	„ „	3,047	„
9.30— 9.45 „	7,27 „	„ innen:	17,5 ° C				
		„ außen:	1,5 ° C	9.45 „	„ „	2,599	„
9.45—10.00 „	8,04 „	„ innen:	17,5 ° C				
		„ außen:	1,5 ° C	10.00 „	„ „	2,188	„
10.00—10.30 „	7,07 „	„ innen:	17,5 ° C				
		„ außen:	2,0 ° C	10.30 „	„ „	1,889	„
10.30—11.00 „	5,57 „	„ innen:	17,5 ° C				
		„ außen:	2,5 ° C	11.00 „	„ „	1,689	„
12.15—12.30 „	9,53 „	„ innen:	23,0 ° C				
		„ außen:	3,0 ° C	12.30 „	„ „	3,244	„
12.30—12.45 „	9,22 „	„ innen:	23,0 ° C				
		„ außen:	3,0 ° C	12.45 „	„ „	2,935	„
12.45—13.00 „	8,06 „	„ innen:	22,5 ° C				
		„ außen:	3,0 ° C	13.00 „	„ „	2,504	„
13.00—13.15 „	7,00 „	„ innen:	22,3 ° C				
		„ außen:	3,0 ° C	13.15 „	„ „	2,157	„
13.15—13.45 „	10,33 „	„ innen:	22,0 ° C				
		„ außen:	3,5 ° C	13.45 „	„ „	1,845	„
13.45—14.15 „	9,38 „	„ innen:	22,0 ° C				
		„ außen:	3,0 ° C	14.15 „	„ „	1,667	„

15.30—15.45 h:	7,57 m³	Temp. innen:	24,0 ° C	15.30 h:	CO_2 Gehalt	4,024	‰
		„ außen:	3,0 ° C	15.45 „	„ „	3,332	„
15.45—16.00 „	5,46 „	„ innen:	22,5 ° C				
		„ außen:	3,0 ° C	16.00 „	„ „	3,099	„
16.00—16.15 „	4,41 „	„ innen:	22,0 ° C				
		„ außen:	7,5 ° C	16.15 „	„ „	3,019	„
16.15—16.30 „	3,88 „	„ innen:	21,5 ° C				
leichter Wind!		„ außen:	3,5 ° C	16.30 „	„ „	2,834	„
16.30—17.00 „	10,77 „	„ innen:	20,0 ° C				
		„ außen:	3,0 ° C	17.00 „	„ „	2,245	„
17.00—17.30 „	8,96 „	„ innen:	20,0 ° C				
		„ außen:	0,5 ° C	17.30 „	„ „	1,691	„

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß die Luft nicht zu allen Zeiten gleichmäßig stark erneuert wird. In dem großen Zimmer von 127 m³ schwankten die eingeströmten Luftmengen zwischen 64,2 und 3,1 m³ in der Stunde, in dem kleinen 39,9 m³ großen Zimmer zwischen 16,1 und 30,9 m³. In beiden Zimmern wird einmaliger Luftwechsel in der Stunde nicht erreicht. Der Grund ist darin zu suchen, daß das große Zimmer tapeziert ist, und daß die Wand des kleineren Zimmers teilweise Ölfarbenanstrich trägt.

Es ist weiter festzustellen, daß beide Zimmer in den Vormittagsstunden besser ventiliert werden, als am Nachmittag; dies mag mit Witterungseinflüssen zusammenhängen.

Zusammenfassung.

In vielen Schriften, die sich mit der Ventilation befassen, wird gewissermaßen als Norm angestellten Betrachtungen und Berechnungen ein dreimaliger Luftwechsel in der Stunde zugrunde gelegt. Das ist, wie aus den angestellten Versuchen hervorgeht, viel zu hoch. Wird die Ventilationsgröße eines Zimmers über mehrere Stunden des Tages bestimmt, dann ergeben sich ganz erhebliche Schwankungen. Wenn die einzelnen Stundenergebnisse zusammengenommen werden, so werden, berechnet auf den ganzen Tag viel geringere Ventilationsgrößen erhalten, als dreimaliger Luftwechsel in der Stunde. Dies sollte bei polizeilichen Wohnungsordnungen berücksichtigt werden.

Am Schlusse meiner Arbeit möchte ich nicht versäumen, Herrn Professor Dr. Wolf für die Überlassung des Themas, Übernahme des Referats und für die freundliche Unterstützung und Beratung bei der Ausführung meinen besten Dank zu sagen.

Literaturverzeichnis.

1. Pettenkofer: Beziehungen der Luft zu Kleidung, Wohnung und Boden. Braunschweig 1872.
2. Weyl: Handbuch der Hygiene, Bd. IV. Jena 1896.
3. Rubner: Lehrbuch der Hygiene, 6. Aufl. Leipzig und Wien 1900.
4. Lehmann: Methoden der praktischen Hygiene. Wiesbaden 1890.
5. Rubner, Gruber, Fricker: Handbuch der Hygiene, 2. Bd., 1. Abt., Leipzig 1927.

Lebenslauf.

Am 10. Januar 1907 wurde ich als Tochter des damaligen Landgerichtsassessors Franz Adolf von Hinüber und seiner Ehefrau Pauline geb. Kästner in Zwickau geboren. Ich bin ev.-luth. Konfession.

Von 1913—23 besuchte ich die Städt. Höhere Mädchenschule zu Zwickau, von 1923—26 das dortige Realgymnasium, an dem ich Ostern 1926 die Reifeprüfung ablegte.

Im Wintersemester 1926/27 begann ich das medizinische Studium in Tübingen. Ich verbrachte dort die drei ersten vorklinischen Semester und legte am 4. März 1929 meine ärztliche Vorprüfung an der Universität Rostock ab.

Die klinischen Semester verbrachte ich an den Universitäten Zürich, Berlin, Tübingen und Leipzig. Das medizinische Staatsexamen legte ich im Sommer 1932 in Tübingen ab.

Susanna v. Hinüber.